



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

USA Patent Application

Kiyoyuki Chinzei

Serial No.: 09/749,125

Filed: December 26, 2000

LINK MECHANISM TO DETERMINE

THE POSITION AND DIRECTION

Examiner: Greg Binda

Group art unit: 3629

-----  
CERTIFICATE OF MAILING  
-----

Commissioner For Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450  
S I R :

SUBMISSION OF TRANSLATION OF PRIORITY DOCUMENT

As per telephone discussion with Examiner Greg Binda on October 2, 2003 and in further response to the Office Action dated February 11, 2003, as stated in applicant's Amendment Pursuant to Request for Continued Examination (RCE) filed August 18, 2003, page 16, respectfully submitted herewith is the translation, believed to be an accurate translation, of the enclosed certified priority document named below of which applicant claims the benefit of the filing date thereof under 35 USC 119.

Japanese Patent Application No. 2000-004945

Filed January 13, 2000

RECEIVED

OCT 08 2003


GROUP 3600

This submission should now remove as a reference the Chinzei et al article MR Compatible Surgical Assist Robot... cited for rejection of the claims 1-6 in the Office Action dated February 11, 2003, page 8, point 17. The new enclosed priority document certificate No. 2003-3049705) may differ from the previously

filed priority document (certificate No. 2000-3097159) in having three sheets of the recognized and additional information, two sheets of the notification of change in applicant and four sheets of the information of historical record of applicant. There may be no difference between both priority documents in the application papers, namely the specification, the abstract of the disclosure and the drawings. The Examiner is respectfully requested to examine the previously submitted Amendment Pursuant to Request for Continued Examination (RCE) filed August 18, 2003 and to provide an action on the merits.

Respectfully submitted,


Kiyoyuki Chinzei


by:   
MARTIN A. FARBER  
Attorney for Applicant  
Registered Representative  
Registration No. 22,345

CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 CFR SECTION 1.8(a)

I hereby certify that the accompanying Submission of Translation of Priority Document, the certified Japanese priority Document, and its translation are being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patent, P.O. Box 1450, Alexandria 22313-1450 on October 2, 2003.

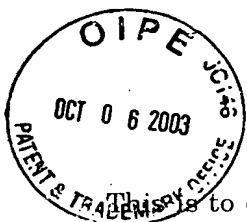
Dated: October 2, 2003

  
Martin A. Farber

  
866 United Nations Plaza  
New York, NY 10017  
(212) 758-2878

TRANSLATION

Chinzei  
09/749,125



JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

Date of Application: 13 January 2000  
Application Number: JP2000-004945  
[ST.10/C]: [JP2000-004945]  
Applicant(s): National Institute of Advanced Industrial Science and  
Technology  
KIYOYUKI CHINZEI

24 June 2003

Commissioner,  
Japan Patent Office

Certificate No. 2003-3049705

**RECEIVED**  
OCT 0 8 2003  
**GROUP 3600**

Patent Application 2000-004945

【Document Name】 Application For Patent  
【Reference No. 】 102F2159  
【Address To 】 Commissioner, Japan Patent Office  
【International Patent Classification】 B25J 3/00  
【Inventor】  
    【Domicile(residence) 】 C/O MECHANICAL ENGINEERING LABORATORY OF  
                                    AGENCY OF INDUSTRIAL SCIENCE AND  
                                    TECHNOLOGY, 1-2, Namiki, Tsukuba-shi, Ibaraki-Ken  
    【Name】 KIIYOYUKI CHINZEI  
【Applicant for Patent】  
    【representative applicant】  
    【Identification No. 】 000001144  
    【Name】 KOJI KAJIMURA, SECRETARY OF AGENCY OF  
                                    INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY  
【Applicant for Patent】  
    【Domicile(residence) 】 C/O MECHANICAL ENGINEERING LABORATORY OF  
                                    AGENCY OF INDUSTRIAL SCIENCE AND  
                                    TECHNOLOGY, 1-2, Namiki, Tsukuba-shi, Ibaraki-Ken  
    【Name】 KIIYOYUKI CHINZEI  
【Designated Agent】  
    【Identification No. 】 220000301  
    【Name】 NAOTAKE OYAMA, Director-General of  
                                    MECHANICAL ENGINEERING LABORATORY OF  
                                    AGENCY OF INDUSTRIAL SCIENCE AND  
                                    TECHNOLOGY  
【Relation】 Designated Agent for Applicant for Patent, SECRETARY  
                                    OF AGENCY OF INDUSTRIAL SCIENCE AND  
                                    TECHNOLOGY  
【Other Remarks】 Share of right of the applicant other than state 50/100  
【List of documents Filed】  
    【name of things】 Specification 1  
    【name of things】 Drawings 1  
    【name of things】 Abstract of the Disclosure 1  
【request for proof】 yes

【Name of Document】 Specification

【Title of the Invention】 LINK MECHANISM FOR DETERMINING  
POSITION AND DIRECTION

【Claims】

【Claim 1】 A link mechanism to determine the position and direction,  
comprising:

an axial rod; and

two spherical bearings to support said axial rod, said two  
spherical bearings being capable of changing positions,

wherein the motion of one of said two spherical bearings  
relative to said axial rod along the axis is constrained, and the other of said  
spherical bearings can travel along said axial rod.

【Claim 2】 A link mechanism to determine the position and the  
direction according to claim 1, wherein the position and direction of said  
axial rod are determined by defining the coordinate value of the one of  
said two spherical bearings and a position of the other of said two  
spherical bearings relative to the one of said two spherical bearings.

【Claim 3】 A link mechanism to determine the position and direction  
according to claim 1 or 2, wherein the link mechanism is a part of robot  
arm.

【Detailed Description of the Invention】

【0001】

【Field of the Invention】

The present invention is a link mechanism to determine a  
position and direction in three dimensional space. Such a link  
mechanism is applicable to determine the position and direction of a  
surgical assist apparatus, an end effector of a robot (manipulator) or the  
like.

【0002】

【Description of the Prior Art】

In MR/T (magnetic resonance and therapy), fusion or diagnosis and treatment, it is necessary that the presence and function of a medical equipment do not generate artifacts (such as noises and ghost) on the image. The mutual influence between a medical equipment and MRI is called MR compatibility.

【0003】

Surgical assist robots are promising to be used in MR/T. However, since robot mechanism generally uses many metal components such as steel components, electromagnetic motors, electric sensors and the like, it has been difficult to realize MR compatibility. In particular, the end effector, which is used near at a patient, are required to have a very small magnetic susceptibility and low electrical noise radiation. It is therefore difficult to use a complicated mechanism, active mechanical elements such as motors, and various types of sensors.

【0004】

Under such restrictions, surgical assist robot for MR/T must realize a mechanism to determine at least the position (x y z) and angles  $\theta$  and  $\phi$  to define the direction in 3 dimensional space. It is also desired that the end effector is cleanable and sterilizable. The end effector is also required to be simple and compact so as not to intercept the view field and the work area of the surgeon. In addition, the output power of actuator should be as small as possible to maintain safety.

【0005】

There are many conventional mechanisms to define the position (x y z) and angles  $\theta$  and  $\phi$ . A typical example of such mechanisms is arm type robot. The arm type robot uses a number of arm

links interconnected by joints.

【0006】

【the Problem to be solved by the Invention】

The arm type robot usually has actuators at the joints otherwise it employs wire mechanism, shaft, and so on to transmit the driving power. The actuator is difficult to maintain MR compatibility, and cannot maintain cleaning and sterilization unless a water-proof process is performed strictly. Since the transmission mechanism is composed from many parts and mechanically complicated, the power loss can be significant.

【0007】

A parallel link mechanism, typically a hexa pod type robot, can be designed to place actuators remotely from the end effector. However, since links concentrate near at the end effector, the mechanical structure is complicated.

【0008】

By designing the end effector being long, it may be MR compatible, cleanable and sterilizable.

In this case, however, its precision is degraded and stronger actuators are required. Such end effector can be complicated and bulky, and consequently intercept the view field of the surgeons.

【0009】

Under such circumstances, the link mechanism to determine the position and angles have long been desired, which mechanism has a high precision of position and angle determination, does not require strong actuators, and is mechanically simple and easy to MR compatibility, cleaning and sterilization.

【0010】

The invention has been made under such circumstances. The object of the present invention is to realize a link mechanism for determining the position and angles, which mechanism has a high precision of position and angle determination, does not require strong actuators; and is mechanically simple and easy to MR compatibility, cleaning and sterilization, and in which an end effector does not intercept the field of view of the surgeon.

【0011】

【the Means of solution to the Problem】

To achieve the above object, the invented link mechanism has the following features: an axial rod; and two spherical bearings to support the axial rod, the two spherical bearings being capable of changing positions, wherein the motion of one of the two spherical bearings relative to the axial rod along the axis is constrained, and the another speherical bearings can travel along the axial rod R.

【0012】

【Preferred Embodiments of the Invention】

An embodiment of the invention will be described with reference to the accompanying drawings.

【0013】

In Fig. 1, reference numeral 11 generally represents a end effector. A link mechanism of the invention is assembled in this robot end effector 11. The end effector 11 has a pair of elongated arms 12 and 13. This pair of arms 12 and 13 cooperatively maneuver to work a subject. The base portion 14 of the arm 12 is fixed to the outer wheel 3 or the inner wheel 2 of the spherical bearing  $P_1$  of the link mechanism 1 of this invention to be described later, whereas the base portion 15 of the other arm 13 is fixed to the outer wheel 3 or the inner wheel 2 of the



spherical bearing  $P_2$ .

【0014】

As shown in Figures. 1, 2 and 3, the link mechanism 1 of this invention is composed of two spherical bearings  $P_1$  and  $P_2$  and an axial rod R which is a rigid element interconnecting the spherical bearings  $P_1$  and  $P_2$ .

【0015】

The spherical bearing  $P_1$  travels in three dimensional space (or in a partial space thereof), whereas the position of the spherical bearing  $P_2$  is constrained in three dimensional space or two-dimensional plane (or in a partial space or plane thereof) relative to the spherical bearing  $P_1$ .

【0016】

Each of the spherical bearings  $P_1$  and  $P_2$  is composed of the inner wheel 2 and the outer wheel 3. The inner and outer wheels 2 and 3 share the common centroid so that they relatively rotate around this point.

It is common specification of widely available spherical bearings. The axial rod R is fixed to the inner wheel 2 or outer wheel 3 of the spherical bearing  $P_1$  which wheel is not fixed to the arm 12. The axial rod R is fixed neither to the inner wheel 2 nor to the outer wheel 3 of the spherical bearing  $P_2$ . The spherical bearing  $P_2$  can therefore slide along the axial rod R as  $P_2$  moves.

【0017】

This link mechanism 1 can be made of only passive mechanical elements. Although sensors are not essential to determine the position and angles, such sensors may be used.

【0018】

The spherical bearings  $P_1$  and  $P_2$  are driven by drivers (not shown). Such drivers and a method of determining the positions of the

spherical bearings  $P_1$  and  $P_2$  may be any desired drivers and method.

【0019】

The determination of the position and direction of the axial rod R of the link mechanism 1 constructed as above is as the following.

【0020】

The representative three-dimensional coordinate (x y z) of the whole link mechanism 1 is defined by the position of the spherical bearing  $P_1$ , and at the same time, the direction (angles  $\theta$  and  $\phi$ ) of the axial rod R is determined from a motion of the spherical bearing  $P_2$  relative to the spherical bearing  $P_1$ .

【0021】

As the spherical bearing  $P_2$  is driven, it has a relative displacement along of the axial rod R. To allow this displacement, it is necessary that the spherical bearing  $P_2$  can slide along the axial rod R.

【0022】

Figure 4 is a diagram showing relation of the spherical bearings  $P_1$ , and  $P_2$  and the axial rod R in terms of their position and direction. The angles  $\phi$  and  $\theta$  of the polar coordinate system satisfy the following equations:

【0023】

【equation 1】

$$x' = r \cos \phi \sin \theta$$

$$y' = r \sin \phi \sin \theta$$

$$z' = r \cos \theta \quad (\text{equation 1})$$

where  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$ ,  $r$  are as the following.

【0024】

【equation 2】

$$x' = x_2 - x_1$$

$$y' = y_2 - y_1$$

$$z' = z_2 - z_1$$

$$r^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2$$

There is a requirement that the length of the axial rod R should meet, that is;

【0025】

【equation 3】

(The length of the axial rod R)  $\geq$  (the maximum length of r)

In practice, the width of the spherical bearings P<sub>1</sub> and P<sub>2</sub> along the axial direction is additionally required. If r becomes longer than the length of the axial rod R, the spherical bearing P<sub>2</sub> is dismounted from the axial rod R.

【0026】

【Effect of the Invention】

The link mechanism of this invention can be composed from substantially only two spherical bearings and one axial rod. These components can be made of paramagnetic material having small magnetic susceptibility, such as ceramics, glass fiber reinforced material, carbon fiber reinforced material, wood, and non-ferrous metal. Active mechanical elements and sensors are not essential. This link mechanism can be excellent in MR compatibility, detachable, cleanable and sterilizable.

【0027】

【Brief Description of the Drawings】

Figure 1 is a perspective view of an implementation of an end effector of a robot, a link mechanism based on this invention.

Figure 2 is a front view of the link mechanism of the embodiment.

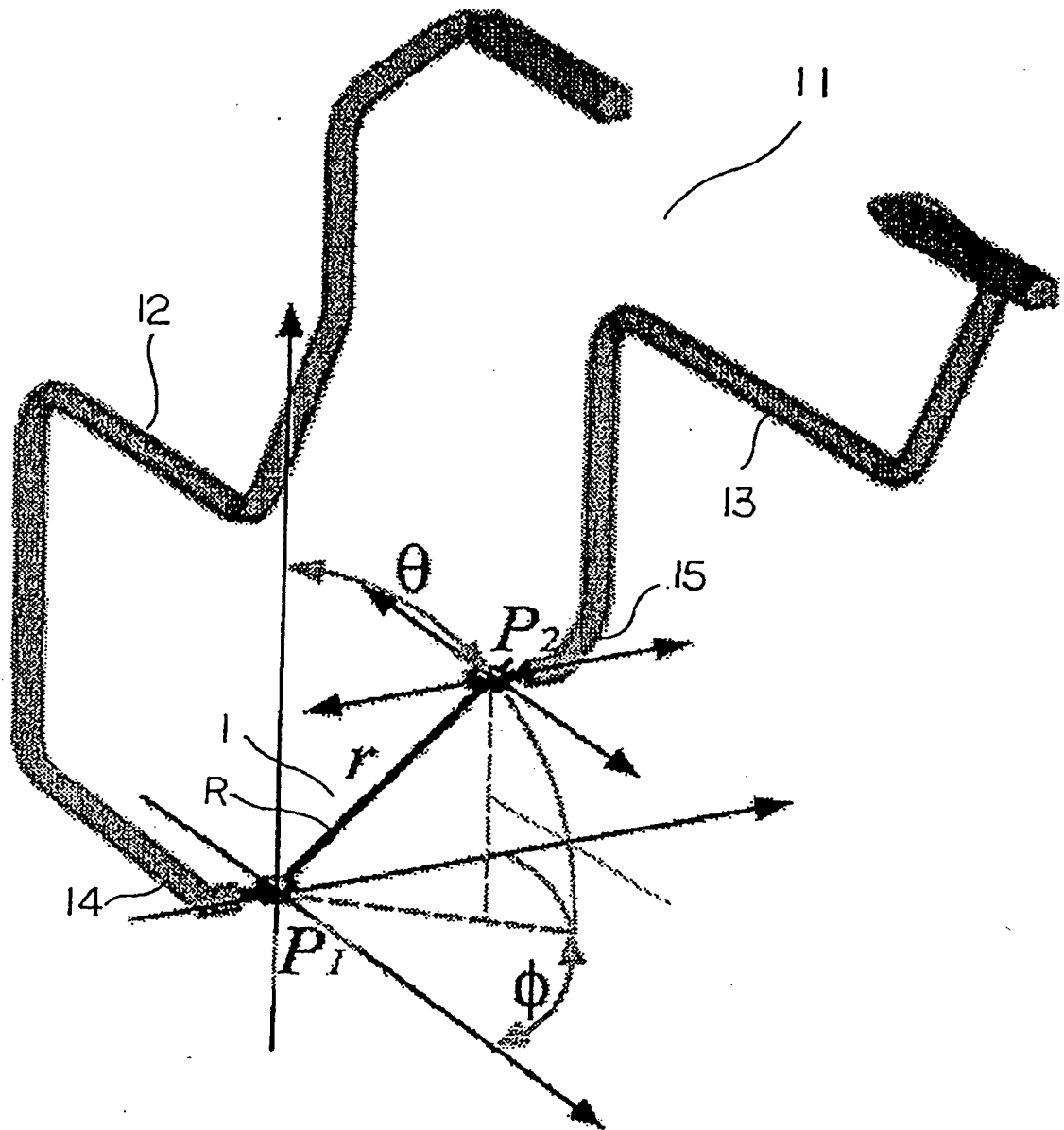
Figure 3 is a diagram illustrating the motion of spherical bearings.

Figure 4 is a diagram showing a relation among the positions and directions of spherical bearings  $P_1$  and  $P_2$  and an axial rod R.

**【Explanation of the Reference Numerals】**

- 1 Link Mechanism
- 2 Inner Wheel
- 3 Outer Wheel
- 11 End Effector
- 12 Arm
- 13 Arm
- 14 Base Portion
- 15 Base Portion

FIGURE 1



# FIGURE 2

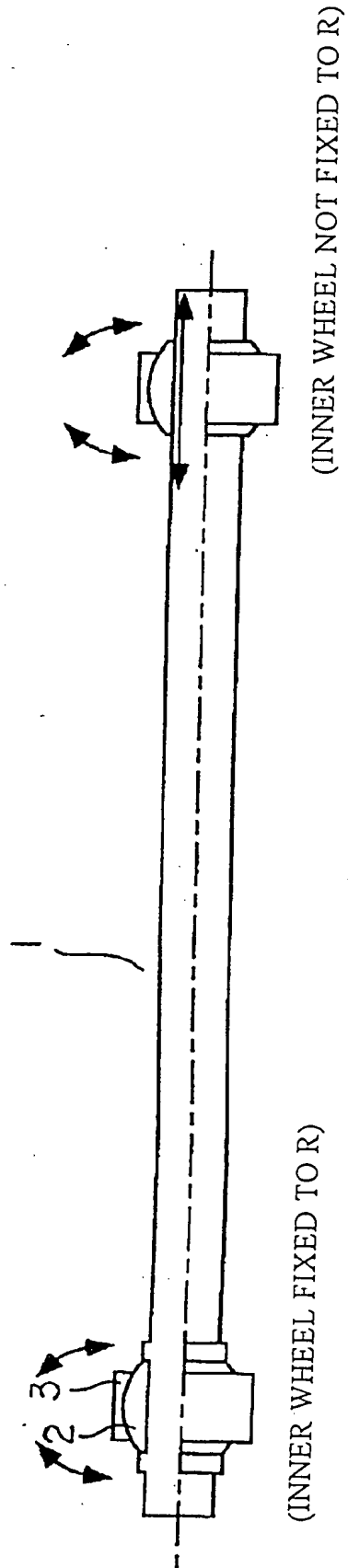


FIGURE 3

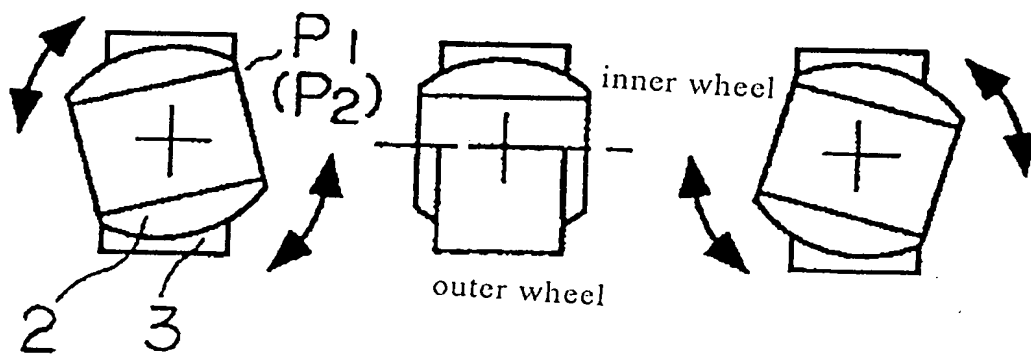
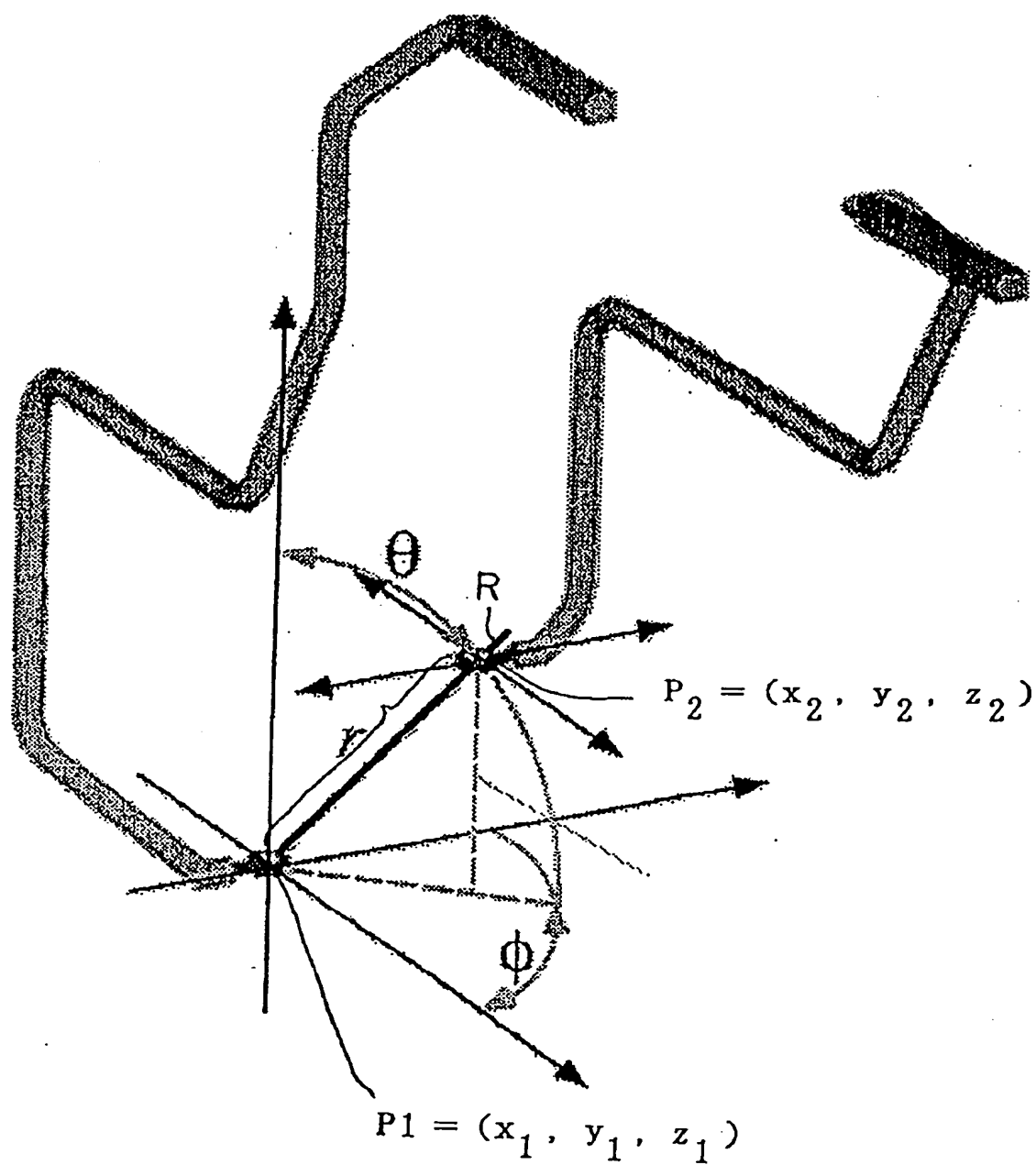


FIGURE 4





【Name of Document】 Abstract of the Disclosure

【Abstract】

【PROBLEM TO BE SOLVED】

A link mechanism to determine the position and the direction is provided which mechanism has a high precision of position and direction determination, does not requires strong actuators, is mechanically simple easy to maintain MR compatibility, cleanable and sterilizable.

【SOLUTION】

The link mechanism has: an axial rod; and two spherical bearings to support the axial rod, the two spherical bearings being capable of changing positions, wherein the motion of one of the two spherical bearings relative to the axial rod along the axis is constrained, and the other of the spherical bearings can travel along the axial rod.

【Elected drawing】 Figure 1

Patent Application 2000-004945

Recognized and Additional Information

Application Number	JP2000-004945
Receipt Number	50000025191
Title of Document	Application For Patent
Recording Officer	TETSUJI KITAGAWA 1804
Recording Date	4 April, 2000

< Recognized Information, Additional Information >

【Filing Date】	13 January, 2000
【Applicant for Patent】	
【Identification No. 】	000001144
【Domicile(residence) 】	3-1, Kasumigaseki 1-Chome, Chiyoda-ku, Tokyo
【Name】	SECRETARY OF AGENCY OF INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY
【Applicant for Patent】	
【Identification No. 】	500021907
【Domicile(residence) 】	C/O MECHANICAL ENGINEERING LABORATORY OF AGENCY OF INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 1-2, Namiki, Tsukuba-shi, Ibaraki-Ken
【Name】	KIYOYUKI CHINZEI
【Designated Agent】	Applicant
【Identification No. 】	220000301
【Domicile(residence) 】	1-2, Namiki, Tsukuba-shi, Ibaraki-Ken
【Name】	Director-General of MECHANICAL ENGINEERING LABORATORY OF AGENCY OF INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY

Certificate No. 2003-3049705

Patent Application 2000-004945

【Document Name】 Notification of Change in Applicant (general succession)  
【Address To 】 The Commissioner of the Patent Office  
【Description of Case】  
    【Application Number】 JP2000-4945  
【Successor】  
    【Identification No.】 301000011  
    【Domicile(residence) 】 3-1, Kasumigaseki 1-Chome, Chiyoda-ku, Tokyo  
    【Name】 Kazumasa Kusaka,  
Director-General of Agency of Industrial Science and  
Technology Ministry of Economy, Trade and Industry  
【Inquiry】 Division's Name Patent Administration Division,  
Tsukuba Research Administration  
Office, Agency of Industrial Science  
and Technology Ministry of  
Economy, Trade and Industry  
the Person in Charge Makoto Kusumoto  
Phone 0298-61-2179  
【List of documents Filed】  
    【name of documents】 Document certifying successor in title 1  
    【description for claim】 JP3-28561  
【request for proof】 yes

Certificate No. 2003-3049705

Patent Application 2000-004945

Recognized and Additional Information

Application Number	JP2000-004945
Receipt Number	50100030087
Title of Document	Notification of Change in Applicant (general succession)
Recording Officer	TETSUJI KITAGAWA 1804
Recording Date	9 February, 2001

< Recognized Information Additional Information >

【Filing Date】	11 January, 2001
【Successor】	Applicant
【Identification No. 】	301000011
【Domicile(residence) 】	3-1, Kasumigaseki 1-Chome, Chiyoda-ku, Tokyo
【Name】	Director-General of Agency of Industrial Science and Technology Ministry of Economy, Trade and Industry

Certificate No. 2003-3049705

Patent Application 2000-004945

【Document Name】	Notification of Change in Applicant (general succession)		
【Address To 】	The Commissioner of the Patent Office		
【Description of Case】			
【Application Number】	JP2000-4945		
【Successor】			
【Identification No.】	301021533		
【Domicile(residence) 】	3-1, Kasumigaseki 1-Chome, Chiyoda-ku, Tokyo		
【Name】	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology		
【representative】	Hiroyuki Yoshikawa		
【Inquiry】	Division's Name	Intellectual Property Administrative Section, Intellectual Property Division, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology	
	the Person in Charge Makoto Kusumoto		
	Phone	0298-61-3281	
【request for proof】	yes		

Certificate No. 2003-3049705

Patent Application 2000-004945

Recognized and Additional Information

Application Number	JP2000-004945
Receipt Number	50100841812
Title of Document	Notification of Change in Applicant (general succession)
Recording Officer	ITSUKO MATSUDA 8901
Recording Date	2 November, 2001

< Recognized Information, Additional Information >

【Filing Date】	11 June, 2001
---------------	---------------

Certificate No. 2003-3049705

Patent Application 2000-004945

Information of Historical Record of Applicant

Identification No.	[000001144]
1.Date of Changing	September 20, 1990
[Reason of Changing]	New Record
Domicile	3-1, Kasumigaseki 1-Chome, Chiyoda-ku, Tokyo
Name	SECRETARY OF AGENCY OF INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY

Certificate No. 2003-3049705

Patent Application 2000-004945

Information of Historical Record of Applicant

Identification No. [500021907]

1. Date of Changing January 13, 2000

[Reason of Changing] New Record

Domicile C/O MECHANICAL ENGINEERING LABORATORY OF  
AGENCY OF INDUSTRIAL SCIENCE AND  
TECHNOLOGY, 1-2, Namiki, Tsukuba-shi, Ibaraki-Ken

Name Kiyoyuki Chinzei

2. Date of Changing December 11, 2001

[Reason of Changing] Change of Domicile

Domicile 4-8-3 Ninomiya, Tsukuba-shi, Ibaraki-Ken

Name Kiyoyuki Chinzei

Certificate No. 2003-3049705



Patent Application 2000-004945

Information of Historical Record of Applicant

Identification No.	[301000011]
1. Date of Changing	January 4, 2001
[Reason of Changing]	New Record
Domicile	3-1, Kasumigaseki 1-Chome, Chiyoda-ku, Tokyo
Name	Director-General of Agency of Industrial Science and Technology, Ministry of Economy, Trade and Industry

Certificate No. 2003-3049705

Patent Application 2000-004945

Information of Historical Record of Applicant

Identification No. [301021533]

1. Date of Changing April 2, 2001

[Reason of Changing] New Record

Domicile 3-1, Kasumigaseki 1-Chome, Chiyoda-ku, Tokyo

Name National Institute of Advanced Industrial Science and  
Technology

Certificate No. 2003-3049705

CHINZEI  
09/749,125

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 1月13日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-004945

[ST.10/C]:

[JP2000-004945]

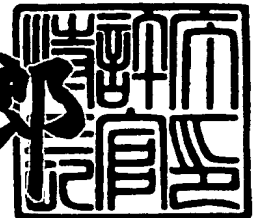
出 願 人  
Applicant(s):

独立行政法人産業技術総合研究所  
鎮西 清行

2003年 6月24日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3049705

【書類名】 特許願

【整理番号】 102F2159

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B25J 3/00

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技術院機械技術  
                                研究所内

    【氏名】 鎮西 清行

【特許出願人】

    【代表出願人】

    【識別番号】 000001144

    【氏名又は名称】 工業技術院長 梶村 皓二

【特許出願人】

    【住所又は居所】 茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技術院機械技術  
                                研究所内

    【氏名又は名称】 鎮西 清行

【指定代理人】

    【識別番号】 220000301

    【氏名又は名称】 工業技術院機械技術研究所長 大山 尚武

    【代理関係の特記事項】 特許出願人 工業技術院長の指定代理人

【その他】 国以外のすべての者の持分の割合 50/100

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 位置と方向を規定するリンク機構

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 軸棒 R と前記軸棒 R を支持している位置可変の 2 つの球面軸受  $P_1$ 、 $P_2$  とを有し、  
一方の球面軸受  $P_1$  と前記軸棒 R との前記軸棒 R の長手軸方向の相対変位を許容せず、他方の球面軸受  $P_2$  と前記軸棒 R との前記長手軸方向の相対変位を許容するように構成したことを特徴とする位置と方向を規定するリンク機構

【請求項 2】 軸棒 R と前記軸棒 R を支持している位置可変の 2 つの球面軸受  $P_1$ 、 $P_2$  とを有し、  
一方の球面軸受  $P_1$  と前記軸棒 R との前記軸棒 R の長手軸方向の相対変位を許容せず、他方の球面軸受  $P_2$  と前記軸棒 R との前記長手軸方向の相対変位を許容するように構成し、  
前記一方の球面軸受  $P_1$  の座標と  
前記他方の球面軸受  $P_2$  の前記一方の球面軸受  $P_1$  に対する相対的位置を規定することによって  
前記軸棒 R の位置と角度を決定することを特徴とする請求項 1 記載の位置と方向を規定するリンク機構

【請求項 3】 前記リンク機構はロボットアーム用リンク機構であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の位置と方向を規定するリンク機構

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

この発明は位置と方向を規定するリンク機構に関するものである。このようなリンク機構は手術支援機器、ロボット（マニピュレータ）の終端器等の位置と方向の規定に適用することができる。

【0002】

【従来技術】

MRI 画像撮像を行いながら診断又は治療行為を行う MR/T では、器具の存

在と機能が画像にアーチファクト（ノイズ、ゴーストなど）を与えてはならない。器具とMRIの相性をMR対応性と言う。

#### 【0003】

手術支援ロボットはMR/Tにおいても有望であるが、ロボット機構は通常、鉄鋼他金属材料、電磁モータ、電氣的センサなどを多用することからMR対応性を実現することが難しい。ことに、患部に近接せざるをえない終端器（エンドエフェクタ）は非常に低い磁化率、低電気ノイズ放射が求められるため、複雑な機構、モータなどの能動機構素子、各種センサを配置することが難しい。

#### 【0004】

手術支援ロボットはこの制約下に、位置（ $x y z$ ）と方向を指定する角度 $\theta$ ， $\phi$ を規定する機構が必要であり、かつ終端器の洗浄性、滅菌性に優れることが望ましい。また、終端器は術者の視野と作業領域を遮らないように簡素小型であることが必要であり、かつ安全性確保のため、アクチュエータ出力はなるべく小さいことが必要である。

#### 【0005】

従来技術でも、位置（ $x, y, z$ ）と角度（ $\theta, \phi$ ）を決する機構は多数存在する。代表的な機構としては腕型ロボットアームがある。この腕型ロボットアームは多数のアームリンクをその間の関節で連結したものである。

#### 【0006】

##### 【解決すべき課題】

しかるに、腕型ロボットアームでは、関節にモータなどアクチュエータを配置するか、ワイヤ機構やプロペラシャフト機構などで動力を伝達する必要がある。前者はアクチュエータを有するためMR対応性の維持が難しく、また防水処理を厳重に行わない限り洗浄性、滅菌性を維持できない。後者は多数の動力伝達部品を要するため機構的に複雑であり動力の損失が無視できない。

#### 【0007】

ヘキサポッド型ロボットに代表されるパラレルリンク機構ではアクチュエータを終端器から遠ざける設計が可能であるが、終端器付近に6本のリンク機構が集中する構造となるため機構的に複雑である。

## 【0008】

この外、終端器を長大にすることで従来技術でもMR対応性、洗浄性、滅菌性の維持が得られるが、この場合は、精度を損ない、アクチュエータ出力を余計に必要とする。また終端器が複雑かつ大型で術者の視野を遮ることがあった。

## 【0009】

このようなことから、位置決め、方向決めの精度が高く、アクチュエータの出力を余計に必要とすることなく、機構的に簡素でMR対応性、洗浄性、滅菌性の維持が容易である位置と角度を規定するリンク機構の開発が望まれている。

## 【0010】

この発明は上記の如き事情に鑑みてなされたものであって、位置決め、方向決めの精度が高く、アクチュエータの出力を余計に必要とすることなく、機構的に簡素で、MR対応性、洗浄性、滅菌性の維持が容易であり、かつ終端器が術者の視野を遮ることがない位置と角度を規定するリンク機構を提供することを目的とするものである。

## 【0011】

## 【課題を解決するための手段】

この目的に対応して、この発明の位置と方向を規定するリンク機構は軸棒Rと前記軸棒Rを支持している2つの球面軸受 $P_1$ 、 $P_2$ とを有し、一方の球面軸受 $P_1$ と前記軸棒Rとの前記軸棒の長手軸方向の相対変位を許容せず、他方の球面軸受 $P_2$ と前記軸棒との前記長手軸方向の相対変位を許容するように構成したことを特徴としている。

## 【0012】

## 【発明の実施の形態】

以下この発明の詳細を一実施例を示す図面について説明する。

## 【0013】

図1において、11はロボット終端器である。この発明のリンク機構はロボット終端器11に組み込まれている。ロボット終端器11は一对の長尺のアーム12、13を有する。一对のアーム12、13は協働して対象物に対して作業するものである。一方のアーム12は基端部14で後述するこの発明のリンク機構1

の球面軸受  $P_1$  の外輪 3 または内輪 2 に固定し他方のアーム 1 3 は基端部 1 5 で球面軸受  $P_2$  の外輪 3 または内輪 2 に固定している。

## 【 0 0 1 4 】

1 はこの発明のリンク機構である。リンク機構 1 は図 1、図 2 及び図 3 に示すように、2 つの球面軸受  $P_1$ 、 $P_2$  と、両者を連結する剛体要素である軸棒 R からなる。

## 【 0 0 1 5 】

球面軸受  $P_1$  の位置は 3 次元空間（ないしはその一部）内で変化し、球面軸受  $P_2$  の位置は球面軸受  $P_1$  に相対的に 3 次元空間または 2 次元平面（ないしはその一部）内に拘束される。

## 【 0 0 1 6 】

それぞれ球面軸受  $P_1$ 、 $P_2$  は内輪 2 と外輪 3 からなり、内輪 2 と外輪 3 は 1 点を中心に相対回転運動する。これはごく普通の球面軸受の仕様と同じである。球面軸受  $P_1$  のアーム 1 2 が固定していない方の内輪 2 または外輪 3 と軸棒 R は固定し、球面軸受  $P_2$  の内輪 2 及び外輪 3 と軸棒 R は非固定で、球面軸受  $P_2$  の運動に従って滑ることを可能とする。

## 【 0 0 1 7 】

この本リンク機構 1 は受動機構素子のみで構成可能である。位置及び角度を決定するためにはセンサは必要としないがこのようなセンサはあっても構わない。

## 【 0 0 1 8 】

球面軸受  $P_1$  と  $P_2$  は駆動装置（図示せず）によって駆動される。そのような駆動装置及び両球面軸受  $P_1$ 、 $P_2$  の位置を決める方法としては任意のものを使用することができる。

## 【 0 0 1 9 】

このように構成されたリンク機構 1 において軸棒 R の位置及び方向を決定するための動作は次の通りである。

## 【 0 0 2 0 】

球面軸受  $P_1$  を駆動して球面軸受  $P_1$  の位置により、本リンク機構 1 全体の代表的三次元座標（ $x y z$ ）を決し、かつ同時に球面軸受  $P_2$  を駆動して球面軸受  $P_2$



の球面軸受  $P_1$  に対する相対運動により、軸棒 R の方向（角度  $\theta$  ,  $\phi$  ）を決する

【 0 0 2 1 】

球面軸受  $P_2$  を駆動するとき、球面座標  $P_2$  は軸棒 R の長手軸方向に相対変位を生じるので、この変位は球面座標  $P_2$  と軸棒 R との滑りによって許容する。

【 0 0 2 2 】

図 4 に球面軸受  $P_1$  と球面軸受  $P_2$  と軸棒 R の位置及び方向の関係を示す。

$\phi$  ,  $\theta$  は次の関係を満たす極座標系をなす。

【 0 0 2 3 】

【数 1】

$$\begin{aligned} x' &= r \cos \phi \sin \theta \\ y' &= r \sin \phi \sin \theta \\ z' &= r \cos \theta \end{aligned} \quad (式 1)$$

式 1 中の  $x'$  ,  $y'$  ,  $z'$  ,  $r$  は次の通り

【 0 0 2 4 】

【数 2】

$$\begin{aligned} x' &= x_2 - x_1 \\ y' &= y_2 - y_1 \\ z' &= z_2 - z_1 \\ r^2 &= x'^2 + y'^2 + z'^2 \end{aligned}$$

軸棒 R の長さには以下の満たすべき要件がある。すなわち

【 0 0 2 5 】

【数 3】

（軸棒 R の長さ）  $\geq$  （  $r$  の取りうる最大長）

これが軸棒 R の長さを決める条件になる。実際には、球面軸受  $P_1$  、  $P_2$  の軸方向の長さ分余計に必要となる。  $r$  が軸棒 R の長さを越えると球面軸受  $P_2$  軸棒 R から外れてしまう。

【 0 0 2 6 】

【発明の効果】

本発明のリンク機構は、実質的に2つの球面関節と1本の軸棒だけで構成可能である。セラミックス、ガラス繊維強化素材、炭素繊維強化素材、木材加工品、非鉄金属など磁化率の小さな常磁性体にて構成可能な機構であり、能動機構素子、センサを必要としない。これによりMR対応性に優れ、また脱着可能であり洗浄性、滅菌性に優れる。

【 0 0 2 7 】

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明のリンク機構を組み込んだロボット終端器を示す斜視説明図

【図 2】

この発明のリンク機構の正面説明図

【図 3】

球面軸受の動作を示す説明図

【図 4】

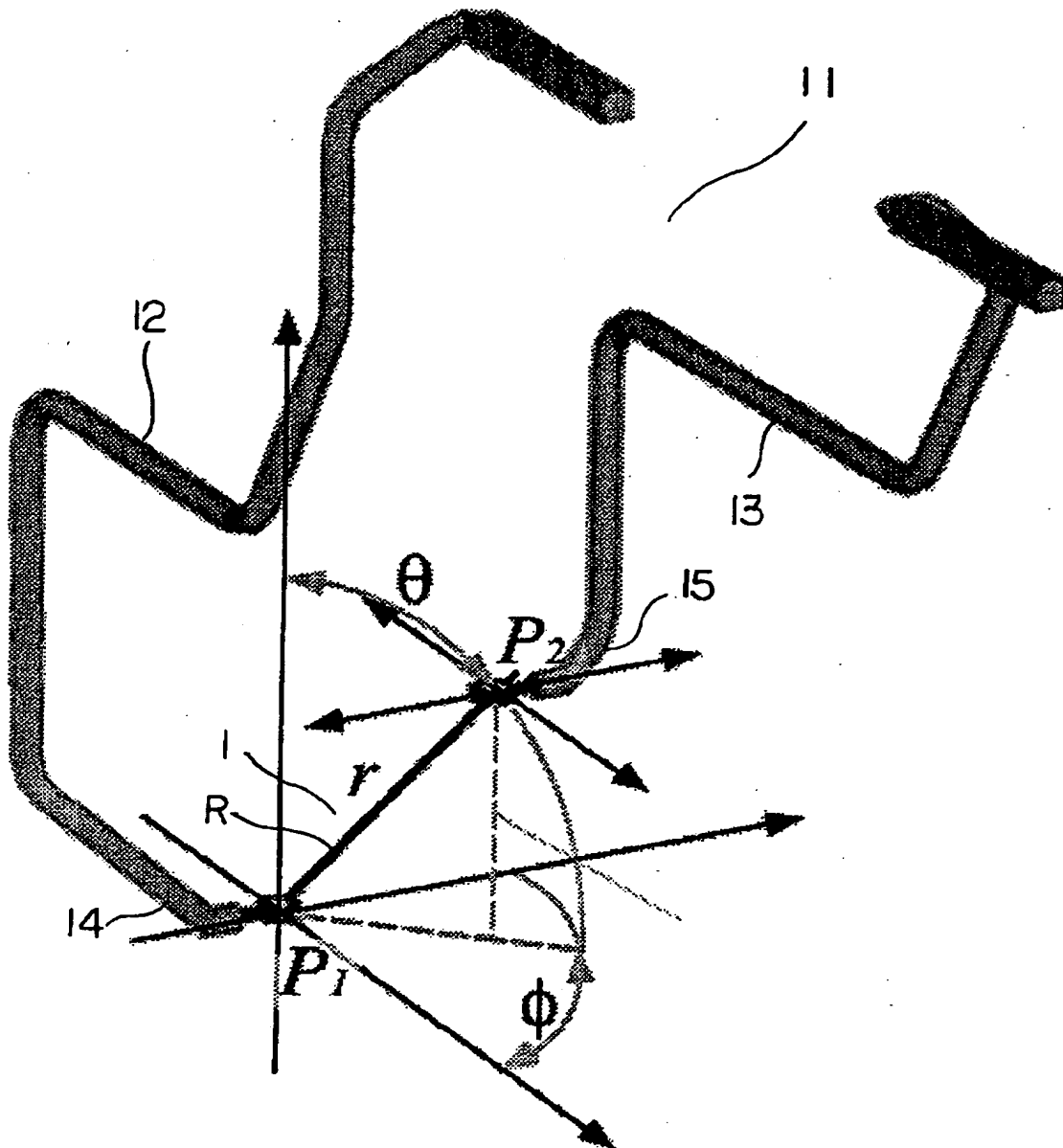
球面軸受  $P_1$  と球面軸受  $P_2$  と軸棒 R の位置及び方向の関係を示す説明図

【符号の説明】

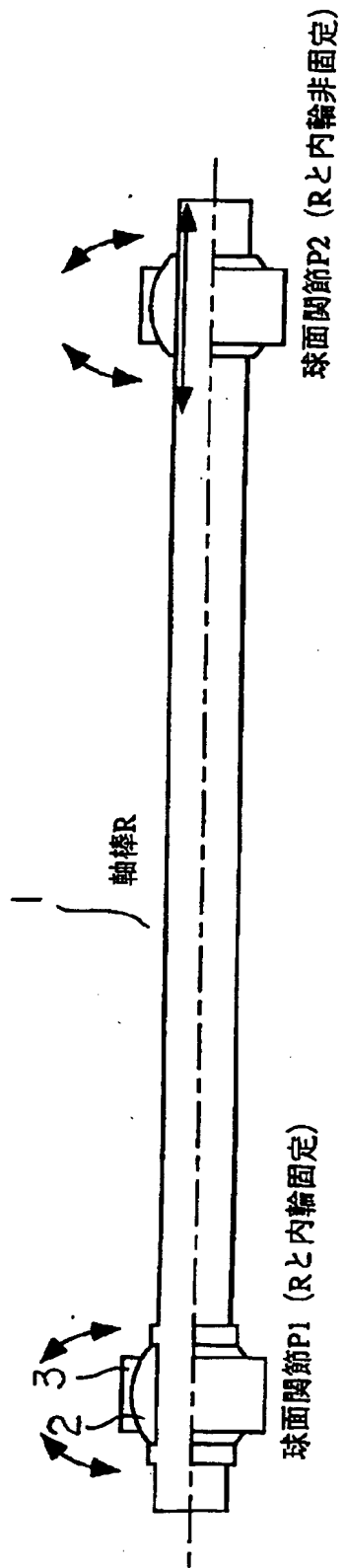
- 1      リンク機構
- 2      内輪
- 3      外輪
- 1 1    ロボット終端器
- 1 2    アーム
- 1 3    アーム
- 1 4    基端部
- 1 5    基端部

【書類名】 図面

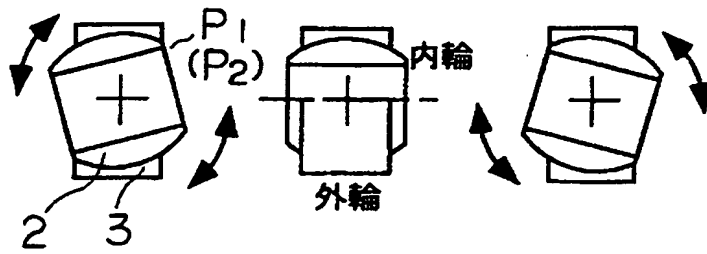
【図 1】



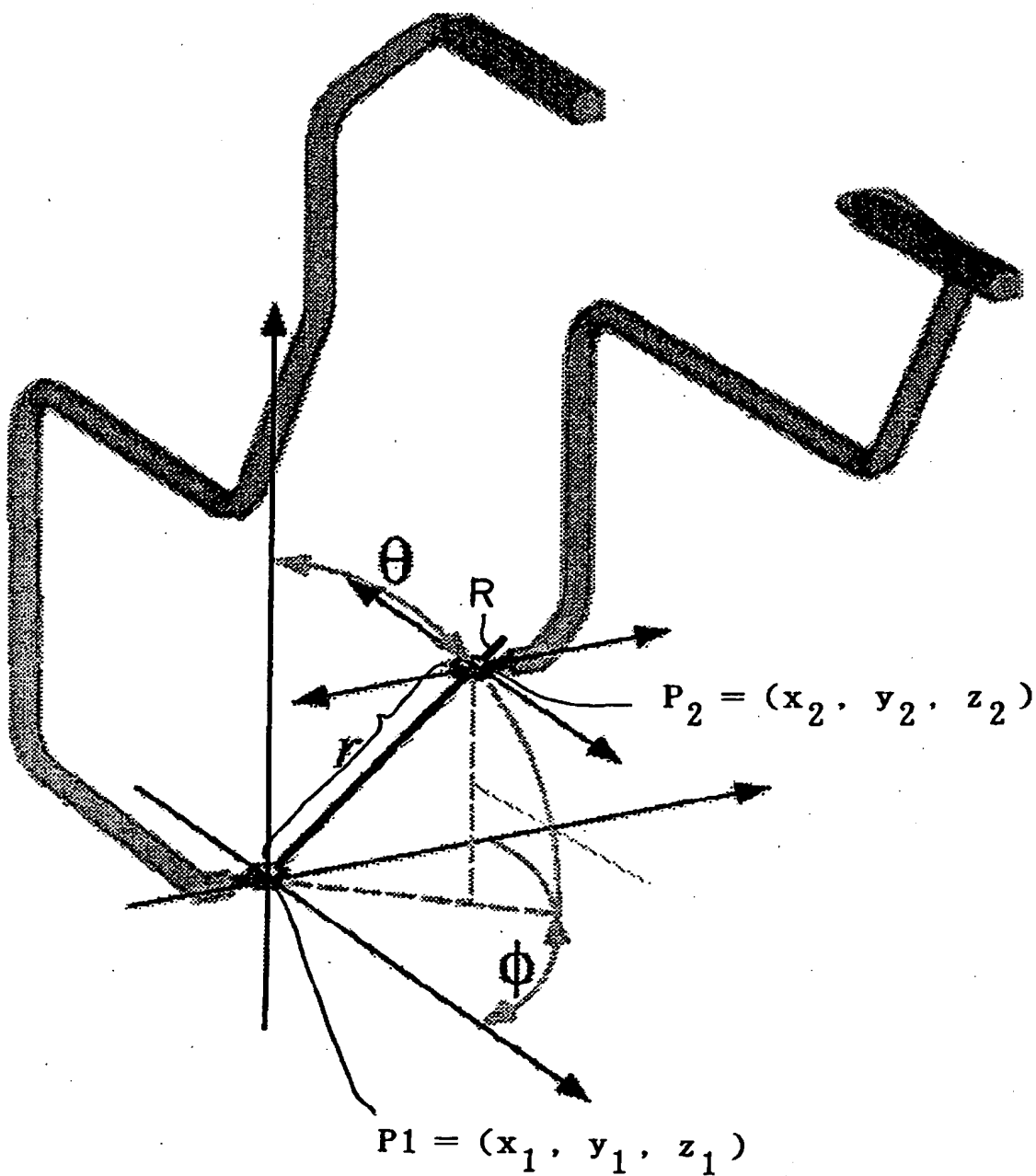
【図 2】



【図 3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

位置決め、方向決めの精度が高く、アクチュエータの出力を余計に必要とすることなく、機構的に簡素で、MR対応性、洗浄性、滅菌性の維持が容易である位置と角度を規定する

【解決手段】

軸棒Rと前記軸棒を支持している2つの球面軸受 $P_1$ 、 $P_2$ とを有し、一方の球面軸受 $P_1$ と前記軸棒との前記軸棒の長手軸方向の相対変位を許容せず、他方の球面軸受 $P_2$ と前記軸棒との前記軸棒の長手軸方向の相対変位を許容する

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-004945
受付番号	50000025191
書類名	特許願
担当官	喜多川 哲次 1804
作成日	平成12年 4月 4日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 1月13日
【特許出願人】	
【識別番号】	000001144
【住所又は居所】	東京都千代田区霞が関1丁目3番1号
【氏名又は名称】	工業技術院長
【特許出願人】	
【識別番号】	500021907
【住所又は居所】	茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内
【氏名又は名称】	鎮西 清行
【指定代理人】	申請人
【識別番号】	220000301
【住所又は居所】	茨城県つくば市並木1丁目2番地
【氏名又は名称】	工業技術院機械技術研究所長



【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）

【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2000- 4945

【承継人】

【識別番号】 301000011

【住所又は居所】 東京都千代田区霞が関 1 - 3 - 1

【氏名又は名称】 経済産業省産業技術総合研究所長 日下 一正

【連絡先】 部署名 経済産業省産業技術総合研究所  
筑波研究支援総合事務所特許管理課  
担当者 楠本 眞 電話番号 0298-6  
1-2179

【提出物件の目録】

【物件名】 権利の承継を証明する書面 1

【援用の表示】 平成3年特許願第28561号

【プルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-004945
受付番号	50100030087
書類名	出願人名義変更届（一般承継）
担当官	喜多川 哲次 1804
作成日	平成13年 2月 9日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 1月11日
【承継人】	申請人
【識別番号】	301000011
【住所又は居所】	東京都千代田区霞が関1丁目3番1号
【氏名又は名称】	経済産業省産業技術総合研究所長

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【事件の表示】  
【出願番号】 特願2000- 4945  
【承継人】  
【識別番号】 301021533  
【住所又は居所】 東京都千代田区霞が関 1 - 3 - 1  
【氏名又は名称】 独立行政法人産業技術総合研究所  
【代表者】 吉川弘之  
【連絡先】 部署名 独立行政法人産業技術総合研究所  
知的財産部知的財産管理室  
担当者 楠本 眞  
電話番号 0 2 9 8 - 6 1 - 3 2 8 1  
【プルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-004945
受付番号	50100841812
書類名	出願人名義変更届（一般承継）
担当官	松田 伊都子 8901
作成日	平成13年11月 2日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 6月11日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001144]

1. 変更年月日 1990年 9月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

氏 名 工業技術院長

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [500021907]

1. 変更年月日 2000年 1月13日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所  
内  
氏 名 鎮西 清行
2. 変更年月日 2001年12月11日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 茨城県つくば市二の宮4-8-3  
氏 名 鎮西 清行

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [301000011]

1. 変更年月日 2001年 1月 4日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

氏 名 経済産業省産業技術総合研究所長

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [301021533]

1. 変更年月日	2001年 4月 2日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区霞が関1-3-1
氏 名	独立行政法人産業技術総合研究所